

## A növények talajból történő ionfelvételét korlátozó tényezők

(FAO/IAEA értekezlet radioaktív izotópok és sugárzások használatáról a növények tápanyag ellátottságának és a tápanyagok a talaj rendszerben történő mozgásának tanulmányozására. Bécs, 1965. november 22—26).

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség 1961 óta rendszeresen szervez előadás sorozatokat, konferenciákat, szimpóziumokat a növények talajból történő táplálkozása elméleti és gyakorlati kérdéseinek megvitatására (Bécs 1961, Bombay 1962, Bécs 1964, Ankara 1965).

FRIED és SHAPIRO (1961) munkája egyik első megfogalmazása annak a gondolatnak, hogy a talajtani és biológiai ismeretek jelenlegi szintje valószínűleg lehetővé teszi a növények talajból történő táplálkozásának kvantitatív tárgyalását mint összefüggő, egymást követő lépések sorozatát. A különböző lépések sebességének, az azt befolyásoló tényezőknek, a lépések kapcsolódási módjának figyelembevételével megtörténhet az egész folyamatot korlátozó lépések és tényezők meghatározása. Egészen nyilvánvaló, hogy a talajtani és biológiai ismeretek ilyen szintézise nagy gyakorlati fontosságú volna a különböző növények optimális trágyázási eljárásának kialakításában.

Az 1965 novemberében tartott értekezlet kísérletet jelent ennek a célkitűzésnek megvalósítására. Közvetlen célja a növények talajból történő táplálkozása egyes lépéseinek kvantitatív leírása és kritikai értékelése olyan formában, hogy az alapul szolgálhasson és egyúttal előmozdítsa az ilyen irányú vizsgálatok nemzetközi koordinálását.

Az 5 napig ülésező terv-értekezlet programja három részből állt. Az első két napon a meghívott szakértők előadásai hangzottak el, a talajból történő táplálkozás folyamatának egymást követő lépéseiről. A harmadik napon néhány, az IAEA által támogatott szerződéses munka beszámolója folyt, amelyek többé-kevésbé szorosan kapcsolódtak az értekezlet fő témájához.

A harmadik nap délutánján a résztvevőkből három kisebb bizottság alakult, amelyek feladata egy közös közlemény

három fő fejezetének (I. A gyökerek ellátása ionokkal a talaj rendszerből. Elnök: J. P. QUIRK. II. A talaj-gyökér érintkezési terület. Elnök: P. H. NYE. III. Az ionok transzportja a növényekbe és a növényeken belül. Elnök: BÖSZÖRMÉNYI Z.) megfogalmazása és megvitatása volt. A bizottságok beszámolóját egy utolsó plenáris ülés vitatta meg és egyeztetette. Ez lesz, rövidített formában az értekezlet anyagából tervezett kiadvány bevezető fejezete.

Az értekezlet első két napjának előadásai az alábbi témakörökben oszlottak meg:

I. Kicszerélődési reakciók és egyéb kölcsönhatások az ionok és a talaj közt (5 előadás).

II. Az ionok mozgása a talajban tömegáramlással és diffúzióval (2 előadás).

III. Az ionok mozgása a gyökérzónában (3 előadás).

IV. A növények ionfelvétele (4 előadás).

V. Az elárasztott talajok speciális problémái (1 előadás).

VI. A szikes talajok speciális problémái (1 előadás).

Az előadások tartamát 15—20 percre korlátozták, hogy minden előadás után elegendő idő jusson a megvitatásra (30—45 perc). Az elméleti fejtegetéseket a legtöbb előadó saját kísérleti anyagával szemléllette és csak 1—2 előadás volt teljesen szemle jellegű. Az előadások csaknem kivétel nélkül szorosan összefüggtek az értekezlet tárgykörével.

Különösen ki kell emelnünk, hogy a vita jellege tömör, a lényegre vonatkozó, sokszor szükségszerűen éles volt. Kíváncsú lenne, hogy a különböző hazai tudományos fórumokon, terv-értekezleteken a viták

ezt a nemzetközi rendezvényekre jellemző formát kövessék.

Az IAEA a terv-értekezlet teljes anyagának kiadását tervezi (1966 végére – 1967 elejére), úgyhogy a teljes anyag részletes ismertetésétől eltekinthetünk, annál is inkább, mivel az ilyen terjedelemben aligha lehetséges. Az alábbi rövid ismertetés általános képet kíván adni az olvasónak.

### I. Kicszerelődési reakciók és az ionok és talaj közötti egyéb kölcsönhatások

A témakörben öt előadás hangzott el, melyek a kicszerelődési reakciók törvényszerűségeit és a szilárd és folyadék fázis közötti egyensúly megbomlását valamint a növények ionfelvételére gyakorolt hatását tárgyalták.

Az elhangzott előadások közül ki kell emelni S. LARSEN előadását a foszfát ionok kinetikájának vizsgálatával kapcsolatban. Előadásában abból a tényből indult ki, hogy a növényi gyökér jelenléte, a növénynek a talajból történő foszfátfelvétele megbontja a talajoldat és a talaj szilárd fázisa közötti egyensúlyt, a talajoldatban a foszfátkoncentráció jelentősen csökken és limitáló lesz a növény foszfátfelvételében. Az egyensúly megbomlása azt eredményezi, hogy egy állandó áramlás indul meg a szilárd fázisból a növény felé. Ennek a mozgásnak törvényszerűségeit igen szellemes módon kinetikus kísérletekkel vizsgálta. Vizsgálatai egyik sorozatában a talaj vizes szuszpenziójához anioncserélő műgyantát keverve kinetikusán vizsgálta a foszfátionok mennyiségét az anioncserélő gyantán. Megállapította, hogy a talajból felszabaduló és az ioncserélő gyantán megkötött foszfátion mennyisége az idő négyzetgyökével volt arányos. Ez az összefüggés arra utal, hogy a foszfátion áramlásánál a diffúzió a meghatározó folyamat. Az empirikusan megállapított egyenlet állandóinak értékét növényi kísérletekkel ellenőrizte. Ezek a kísérletek, egybehangzóan az előzőekben végzett kísérletekkel, azt bizonyították, hogy a talajoldat újra töltődése alapvető faktor a növényi foszfátfelvétel szempontjából s emellett a tényező mellett az oldat egyensúlyi foszfát koncentrációja kevéssé jelentős.

Az elhangzott előadás és a közölt kísérleti adatok érdekessége abban van, hogy a foszfátok mozgását három tényező (talaj, talajoldat és növény) függvényében vizsgálja s kinetikusán állapítja meg a tényezők közötti összefüggést és a befolyásoló faktorok jelentőségét.

Ugyanebben a témakörben hangzott el H. LAUDELAUT: „Ionkicszerelődési reak-

ciók termodinamikai értelmezése és termokémiai ellenőrzése agyagásványt tartalmazó rendszerekben” c. előadása.

Az előadás elsősorban elméleti és kísérlet-technikai szempontból tart általános érdeklődésre számot. Előadásában tárgyalta a szilárd és folyadék fázis között létrejövő egyensúly feltételeit és ezek összefüggését a termodinamikai állapot-egyenletekkel (entalpia, szabad energia, entropia változás). A végzett vizsgálatok eredményeképpen arra a következtetésre jutott, hogy a heterogén rendszerek ionkicszerelődési egyensúlya egy hosszú időt igénylő folyamat. Általában az alkalmazott kísérleti körülmények között a tényleges egyensúlyi állapot csupán megközelíthető. Ennek okát részben az adszorbens kolloidkémiai állapotának változásában és ezzel egyidejűleg a kicszerelődési reakciók reverzibilitásának látszólagos változásában látja. Másrészt az eltéréseket az oldatban levő ionok ideális viselkedéstől való eltérésére vezeti vissza. Megállapította azt, hogy az egyensúlyi állandó koncentrációtól való függése részben az aktivitási együtthatók eltérő értékében, részben a rendszer nem teljes egyensúlyi állapotában jelentkezik. Lehetőségét látja annak, hogy felvéve az adszorpciós izotermákat és ezeket végtelen híg értékre extrapolálva a termodinamikai állapot függvénye változásából, a rendszer ideális viselkedéstől való eltérése és ezen keresztül az oldatban levő kationok egyedi aktivitási együtthatóit kiszámítható.

Ugyancsak heterogén rendszerekben (víz-montmorillonit rendszerekben) végzett vizsgálatairól számolt be J. CHAUSIDOU előadása: „A montmorillonit dielektromos tulajdonságai különböző víztartalomnál” címmel.

Előadása igen alapos és kísérlettechnikailag pontos vizsgálatokon alapul. Vizsgálatainak eredményeképpen megállapítja, hogy a montmorillonit dielektromos sajátosságainak változása más tényezőkre vezethető vissza alacsony nedvességtartalomnál, mint magasabb víztartalomnál. Vizsgálatai kiterjedtek mind az ionok, mind a víz szerepére az agyagok dielektromos sajátosságainak kialakulásában. Végső következtetésképpen megállapította, hogy alacsony nedvességtartalomnál az agyagszuszpenziók vezetőképességének és dielektromos sajátosságainak kialakulásában alacsony hőmérsékleten a kicszerelhető ionoknak van jelentős szerepe, amelyek ebben az esetben mint az agyagrácsok szennyezőseí foghatók fel. Magasabb víztartalomnál alacsony hőmérsékleten a szuszpenzió vezetőképességét a részecskék felületén levő fagyott víz mennyisége és a benne levő ionok határozzák meg. Megállapította, hogy

duzzadóképes rendszerekben nagy víztartalomnál a vezetőképesség aktiválási energiája nagyobb lesz a folyékony közeg folyamatos szerkezete miatt, nem duzzadó rendszerekben a víz szerkezete változó-kony és a hidratáció növekedésével nőhet a vezetőképesség, az aktiválási energia alacsonyabb, mint az előző rendszerekben. Az alacsony hőmérsékleten mért diszkontinuitás mértéke lehet a víz szerkezetességének.

Előadása, bár elméleti kérdéseket tárgyal, azonban egy olyan igen fontos és kevésbé vizsgált tényező hatására hívta fel a figyelmet és adott értékelést, mint a szilárd fázis felületén kötött víz szerepe.

Ugyancsak az ionok felületen történő megoszlásával és a folyadékfázisba való belépésükkel foglalkozott J. P. QUIRK előadása, aki irodalmi adatok alapján tárgyalta az ionok diffúziós mozgását és ennek függését a felületi ionok megoszlásától. Előadása során igen érdekesek voltak azok a megállapítások, melyek az ionok és a víz megoszlását tárgyalták a diffúzió rétegben elektrosztatikai alapokon.

A talajban végbemenő fizikai folyamatoknak az ionok felvételében játszott szerepét taglalta G. H. BOLT: „A talajfizikai folyamatok, mint az ionfelvételt meghatározó tényezők” című előadásában.

Előadásában abból a tényből indult ki, hogy az ionfelvételt befolyásoló két főtényező az oxigén és vízellátás. Ezek közül az oxigén ellátottság szerepe közvetlenebb.

Az oxigén ellátottság tárgyalása során rámutat arra, hogy a metabolikus aktivitás és az oxigén szállítás közötti összefüggés a gyökér felületével arányos.

A gyökér oxigén ellátottsága kiszámítható, mint a diffúzió mértéke azon folyadék réteg függvényében, melyen át kell haladnia a gyökér elérése előtt, tehát az oxigénellátottság függvénye a diffúzió (vagy vonatkoztatva) az effektív rétegvastagságnak és a koncentráció különbségnek.

Az oxigénellátottságot és az ionfelvételt összefüggésbe hozva megállapította azt, hogy az ionfelvétel függ a talaj szerkezetességétől, a különböző átmérőjű kapilláris pórusok megoszlásától. A növény közvetlenül csak a durvább pórusokból vesz fel ionokat, míg a finomabb pórusokból csak akkor, ha azok a gyökér felé mozognak. Tehát az ionfelvétel mértékénél úgy a diffúzió, mint az anyagáramlás figyelembe veendő.

Az ionellátottság egyik tényezője tehát a diffúzió mértéke, a másik a transpirációs áramlás nagysága.

Az ionok transpiráció útján történő szállításának mértéke kifejezhető a transpiráció és az ion koncentráció függvényében.

A transpirációs áramlás szerepe BOLT véleménye szerint, az ionok milyenségétől, a talajban levő mennyiségétől és megkötődésének jellegétől is függ.

Így pl. a transpirációs áramlás jelentős tényezője a kálium-felvételnek, míg nátrium és kalcium ionok esetén az egy ionfelesleg kialakulásában játszik szerepet. A foszfátfelvételnél szerepe kisebb, aminek oka a foszfátion koncentrációjának viszonylag alacsony értéke a talajoldatban.

Az ionflukszus és vízflukszus közötti kapcsolatot tárgyalva arra a következtetésre jut, hogy a kettő közötti kapcsolat laza, mivel a víz belép a gyökérbe, tehát a transpirációs áramlás szerepe a talaj ionellátottságának befolyásolásában nyilvánul meg. Másrészt megállapítja, hogy az ionfelvétel a transpirációs áramlás mértékét módosíthatja.

Az elhangzott előadások többsége utal a talaj, talajoldat és növény közötti összefüggésre és az egyes részletfolyamatokat elméleti fiziko-kémiai megfontolásból tárgyalva hozza szoros kapcsolatba a növény tápanyagellátottságával és ennek feltételeivel. Külön kiemelendő az, hogy a víz, mint anyagszállító közeg és mint anyagraktározó közeg került tárgyalásra. Úgy tűnik, hogy túlmenően az elméleti megállapításokon közeledés történt az előadásokban a talaj egyes tulajdonságainak (pl. szerkezetesség, ionok megoszlása, a víz megkötés formái) konkrétabb figyelembevételére a növényi táplálkozás szempontjából.

## II. Az ionok mozgása a talajban tömegáramlással és diffúzióval

Az elhangzott előadások közül meg kell említeni S. A. BARBER előadását, aki az ionok gyökérfelület felé történő mozgását tárgyalta. A folyamatot három részletfolyamatra osztotta:

1. A gyökér kontakt (közvetlen) tápanyagfelvétele.
2. A tápanyag odajutása a gyökérhez a tömegszállítás (mass flow) útján.
3. A tápanyag mozgása a gyökérhez diffúzió útján.

A három folyamat véleménye szerint egymás mellett különböző sebességgel megy végbe. A folyamatok sebessége és hatása a növény tápanyagellátottságára függ a tápanyag milyenségétől, a talaj tulajdonságaitól és a növény sajátosságaitól.

Megállapításait széleskörű kísérleti anyaggal támasztotta alá, számszerűen



jellemezve, hogy kísérleti körülményei között a különböző makro és mikro tápanyagok közül melyik esetben mely részletfolyamat játszik meghatározó szerepet (pl. Ca; Mg; Mn esetén kontaktfelvétel, K; P esetén diffúzió, stb.)

C. DAKSINAMURTHI előadásában szintén a tömegmozgás és iondiffúzió szerepével foglalkozott. Előadását igen alapos s elsősorban a fizikai mozgások leírására szolgáló modellkísérletekkel támasztotta alá.

## II. Az ionok mozgása a gyökérzónában

E témakörben NYE az oxfordi egyetem talajtani laboratóriumában nemrég elkezdett kísérleteiről beszélt (A foszfor és kálium a talajból a gyökérhez történő diffúziójának néhány részlete). A kísérletekben a felvétel hosszú, talaj vagy homok oszlopba beágyazott 1 cm vastag  $P^{32}$ -vel vagy  $Rb^{86}$ -tal jelzett zónából történt. A kísérlet céja annak meghatározása volt, hogy milyen koncentrációcsökkenés szükséges a gyökér felszínén, ahhoz, hogy meghatározott diffúziós koefficiensek esetén az egész felvett ion mennyiség diffúzióval jusson a gyökér felszínéhez. Összehasonlítólág értékelte továbbá gyökérszűrő (*Lolium*) és gyökérszűrő nélküli (*Allium*) gyökerek viselkedését.

Sokkal szélesebb anyagot ölelt fel J. V. LAGERWERFF (USA) előadása (A növényi ion-felvétel korlátozódásának típusai). A munka első része az ion vándorlást írta le az oldat és szilárd fázisban, majd a továbbiakban azt analizálta, hogy a talaj száradása hogyan módosítja a két ion-vándorlási út viszonylagos jelentőségét. Teljesen egyetérthetünk azzal (az újabb növényélettani irodalomban általános) következtetéssel, hogy a gyökérfelszín nem-specifikus kicserélési helyeinek telítettsége nem befolyásolja különböző ionok megkülönböztetését a sejt ionfelvételében. Az előadás további részében többek közt szó esett a transpiráló növény gyökere körül fellépő ion felhalmozódásról, valamint a K szerepéről az ozmotikus érték emelkedésben. Kétségtelen, hogy LAGERWERFF előadása a témakör legértékesebb része volt.

Végül a sorozat utolsó előadásában PASSIOURA ausztráliai kutató azt vizsgálta, hogy a gyökér és talaj közötti érintkezés milyen nagyságú felületen történik, azzal a következtetéssel, hogy ennek különösen az erősen oldhatatlan nyomelemek (pl. Mo) felvételében lehet jelentősége. Az előadást követő vita visszatért S. A. BARBER az előző témakörben elhangzott előadásához

és a két állásfoglalás közül inkább PASSIOURA-ét támogatta.

## IV. A növények ionfelvétele

E témakör bevezető előadásában BÖSZÖRMÉNYI a magasabbrendű növényi sejt primér ion felvételi folyamatát leíró sebességi egyenleteket vizsgálta kinetikai szempontból. Az előadás fő célja annak kimutatása volt, hogy a kinetikai adatok jelenleg nem elegendőek egy részletesebb reakció mechanizmus alátámasztására. A folyamat leírásához nélkülözhetetlen paraméterek egy részének értelmezése vitatható. A részletes mechanizmus ismerete nélkül lehetetlen meggyőző érvekkel alátámasztott álláspontot elfogadni abban a kérdésben, hogy a sejt primér ion-transzport folyamatát alkotó reakciók közül melyik az egész folyamat sebességét korlátozó lépés. Szerző előadását részben egy IAEA ösztöndíjjal a leideni egyetem botanikai tanszékén végzett kísérleti munkával támasztotta alá.

H. E. OBERLANDER megkísérelte áttekinteni a növényi ionfelvétel összes egyéb lépéseit (pl. szabad hely probléma, vakuola szekréció, szöveti transzport, ion „szekréció” a könnyezési nedvbe, stb.). Az előadás nyilvánvalóvá tette, hogy ezekre a folyamatokra vonatkozóan sokkal kevésbé rendelkezünk kvantitatív adatokkal, mint a primér ion-felvételre vonatkozóan, sőt a folyamatok megközelítésének a módja, a mérendő paraméterek stb. sem tisztázottak. Éppen ezért BÖSZÖRMÉNYI Z. véleménye szerint a limitáló lépések kérdésénél itt nem is lehetett komolyan mérlegelés tárgyává tenni.

P. B. VOSE előadásában (A növényt mint ion-fogyasztót befolyásoló tényezők) az ion-felvétel problémáját megkísérelte kapcsolni a növény tápanyagellátottságának a problémájához és ezen keresztül a növény növekedéséhez, fejlődéséhez, a gazdasági hozamhoz. Az elmondottakat néhány korábbi kísérleti munkájából származó ábrával szemléltette. VOSE korábban kitűnő összefoglalást írt (VOSE 1963) az ion-felvétel növényfajokban és fajtákban fellépő különbségeiről, amelynek anyaga az előadást követő vitában és különösen a III. bizottság munkájában hasznos felhasználásra került.

B. ULRICH egy, a sorozatból meglehetősen kieső előadásban (amelyet éppen ezért az előző előadásokkal ellentétben alig követett vita) egy erdő társulás ion-forgalmát kísérte meg analizálni. Kérdéses a követett szempontok helyessége, bár az kétségtelen, hogy vetések és társulások teljes ion-forgalmának tanulmányozása rendkívül fontos lenne.

# V. Az elárasztott talajok speciális problémái

## VI. A szikes talajok speciális problémái

A két utolsó témakörből az elárasztott és sós talajokban lejátszódó talaj-növény kölcsönhatások speciális problémáinak területéről csak egy-egy előadás hangzott el.

D. R. BOULDIN, a Cornell Egyetem mezőgazdasági fakultásáról egy tervezett munka hipotéziseiről beszélt (Feltevések a rizs rhizoszféra oxidoredukciós viszonyairól árasztott talajokban). Tekintettel arra, hogy a rendező FAO/LAEA Osztály saját munkája a rizs ásványi táplálkozásával kapcsolatos az osztály munkatársai rendkívül élénken vitatták BOULDIN professzor megállapításait.

SZABOLCS I. előadása (Limitáló tényezők a növények ionfelvételében szikes talajokon) a szikes talajokon közismert kedvezőtlen termékenység az ionfelvétel akadályaival kapcsolatos összefüggéseit ismertette.

Előadásában a talajok genetikai sajátosságait és a növények tápanyagellátásában tapasztalt tulajdonságait állította kapcsolatba. Megállapította, hogy csak a szikes talajok egy részében oly sok az oldható só, hogy ez a talajoldat ozmotikus nyomásának káros emelkedését idézi elő, más szikes talajokban inkább egyéb hatások korlátozzák a tápanyagfelvételt. Kitért az ionsere és a szolonyecsek rossz szerkezetének kérdésére, továbbá a szódás szikesek speciális sajátosságainak bemutatására is.

A terv-értekezlet második szakasza, az IAEA támogatásával folyó kutatások beszámolója volt. Több támogatott téma esetében a beszámolás alá eső időszakban konkrét kísérleti munka nem folyt, vagy az eredmények a beszámoló időpontjában még nem voltak értékelhetők. Részletes kísérleti anyaggal került előadásra SZABOLCS I. és DARAB K. beszámolója, mely 3 évi munka összefoglalását tartalmazta.

A szerzők az anionok milyenségének hatását vizsgálták a  $\text{Na}^+$  kicserélődési adszorpciójának mértékénél. A végzett izotóp-indikációs, kolloidkémiai és mikro-ásványtani vizsgálatok alapján az alábbi következtetésekre jutottak:

1. Lúgosan hidrolizáló nátriumsókat tartalmazó rendszerekben a kicserélődéskor keletkező kalciumkarbonát alacsony oldhatósága a folyadékfázisban jelentős mértékben növeli a nátriumion túlsúlyát, ezzel a nátrium kicserélődési adszorpciójának mértékét.

2. Lúgosan hidrolizáló nátriumsókat (ide számítva a talaj adszorpciós komplexu-

sa és a kicserélhető nátriumion közötti kapcsolatot is) tartalmazó rendszerekben az adszorbens szelektivitása nátriumionra vonatkoztatva erősen megnő.

Ez a növekedés megnyilvánul a szelektivitási koefficiensek értékének növekedésében.

3. A szelektivitás növekedése részben a kicserélhető kationok aktivitási koefficienseinek változásával magyarázható duzzadó rendszerekben, részben az adszorbens állapotában végbemenő változások eredményeként fellépő kapacitás változásra vezethető vissza.

4. A szelektivitásban való változás kifejezésre juthat a Vanselow féle szelektivitási koefficiens értékében.

5. Amennyiben semleges nátriumsókat tartalmazó rendszerekben a kicserélhető nátriumion 0,5 moltört értékénél mért szelektivitási faktort állandónak tekintjük, úgy a nátriumkarbonát bentonit-rendszerhez tartozó adszorpciós kapacitás érték kiszámítható.

Az így számított adszorpciós kapacitás érték és a semleges sókat tartalmazó rendszerben mért adszorpciós kapacitás értékek közötti különbség adja a kapacitás változás látszólagos és valódi értékének összegét és ezen keresztül az adszorbens szelektivitásának változását.

Érdekes próbálkozás volt a LAUDELOUT professzor által irányított munka, amely a rizs foszfát felvételének (és ezen keresztül az ion-felvétel koncentráció függésének az alacsony koncentráció területén) egy újszerű értelmezésére tett kísérletet. Ez a munka felkeltette azt a gondolatot, hogy az ion-felvétel alacsony koncentrációjú folyamatának  $K_m$ -jét esetleg a gyökéren kívüli diffúziós folyamatok is befolyásolhatják.

G. H. BOLT beszámolójában, a diffúzió kettősréteg elmélet s az azt kifejező összefüggések néhány elméleti formai módosítását taglalta. Beszámolójában kitért arra a megfontolására, hogy a módosított összefüggések alkalmazása lehetőséget nyújt a szilárd-folyadékfázisból álló heterogén egyensúlyi rendszerek szabadenergia értékeinek, illetve ezek változásának számítására.

A továbbiakban tárgyalta a  $\text{CO}_3^{2-}$ -ion hatását az ionsere folyamatára s az izotópos egyensúly feltételeit abban az esetben, ha a  $\text{CO}_3$  ion  $\text{CaCO}_3$  formájában van jelen. Rámutatott arra az egyébként ismert tényre, hogy a  $\text{CaCO}_3$  jelenléte a rendszer  $\text{Ca}^{45}$  izotópegyensúlyát lényegében nem befolyásolja. A továbbiakban a  $\text{CaSO}_4$  puffer hatását tárgyalta, s az ezirányban

tervezett kísérletei elgondolásairól számolt be.

Ha az értekezés nem is tudta tökéletesen feltárni mindazokat a lépéseket, amelyek a növények a talajból történő ionfelvételét korlátozzák, de lényeges előrehaladást tett a talajkutatók és növényfiziológusok közös szemléletének a kialakítá-

sában és rámutatott azokra a problémákra, amelyek ismerete leginkább hiányos.

BÖSZÖRMÉNYI ZOLTÁN  
és DARAB KATALIN

*Érkezett: 1966. május 31.*